



Concise Explanation of documents

JP-A-63-130739

lines 6 to 12 in right lower column on page -191-

5 2. Claims

(1) A high strength and high conductivity copper alloy for semiconductor device lead material or conductive spring material, comprising 0.4-4.0 wt% of Ni, 0.1-1.0 wt% of Si, and the balance Cu with inevitable impurities in which S
10 content among the impurities is 0.0015 wt% or less.

Concise explanation with respect to JP-A-63-130739

JP-A-63-130739 describes a Cu-Ni-Si-series alloy relatively high in mechanical strength for use as the
15 contact point material. However, the Cu-Ni-Si-series alloy cannot serve as substitutes for the beryllium-copper alloy because mechanical strength and stress relaxation of the Cu-Ni-Si-series alloy is inferior to the beryllium-copper alloy.

20

JP-A-5-59468

lines 1 to 6 in column 1 on page (2)

[Claims]

[Claim 1] A copper alloy for conductive spring, comprising
25 0.5-4.0 % (means wt%, hereinafter the same) of Ni, 0.1-

1.0 % of Si, 0.01 to 0.1 % of Mg, 0.0015 % or less of S,
0.0015 % or less of O, and the balance Cu.

Concise explanation with respect to JP-A-5-59468

5 JP-A-5-59468 described a copper alloy for use as the
contact point material in which stress relaxation of the
Cu-Ni-Si-series alloy described, for example, in the above
JP-A-63-130739, is improved, by adding Mg. However, in
the copper alloy, the same level of stress relaxation as
10 the beryllium-copper alloy cannot be obtained by merely
adding Mg.

JP-A-11-43731

from line 1 in column 1, to line 40 in column 2, on page
15 (2)

[Claims]

[Claim 1] A high strength copper alloy excellent in
stamping workability and suitable for silver plating,
comprising 0.4-4.0 wt% of Ni, 0.05-1.0 wt% of Si, 0.001-
20 5.0 wt% of Sn, 0.1-5.0 wt% of Zn, 0.005-1.0 wt% of Mg,
0.0003-0.005 wt% of S, 0.0003-0.01 wt% of C and the
balance Cu with inevitable impurities, wherein respective
contents of Mg and S simultaneously satisfy the following
inequalities (1) and (2):

25 $0.5[Mg] + [S] \geq 0.005 \dots (1)$

$$0.25[\text{Mg}] \geq [\text{S}] \quad \dots(2)$$

([Mg] means wt% of Mg and [S] means wt% of S, hereinafter the same.)

[Claim 2] A high strength copper alloy excellent in
 5 stamping workability and suitable for silver plating,
 comprising 0.4-4.0 wt% of Ni, 0.05-1.0 wt% of Si, 0.001-
 5.0 wt% of Sn, 0.1-5.0 wt% of Zn, 0.005-1.0 wt% of Mg,
 0.0003-0.005 wt% of S, 0.0003-0.01 wt% of C and the
 balance Cu with inevitable impurities, wherein respective
 10 contents of Mg and S simultaneously satisfy the following
 inequalities (1) and (2):

$$0.5[\text{Mg}] + [\text{S}] \geq 0.005 \quad \dots(1)$$

$$0.25[\text{Mg}] \geq [\text{S}] \quad \dots(2)$$

, and the alloy has an average crystal particle size in the
 15 direction of plate thickness of 20 μm or less.

[Claim 3] A high strength copper alloy excellent in
 stamping workability and suitable for silver plating,
 comprising 0.4-4.0 wt% of Ni, 0.05-1.0 wt% of Si, 0.001-
 5.0 wt% of Sn, 0.1-5.0 wt% of Zn, 0.005-1.0 wt% of Mg,
 20 0.0003-0.005 wt% of S, 0.0003-0.01 wt% of C, and 0.001-1.0
 wt% in total amount of one kind, or two kinds or more of
 Be, B, Al, P, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Pb, Ca, Zr, Nb, Mo,
 Ag, In, Sb, Hf, and Ta as side component(s), and the
 balance Cu with inevitable impurities, wherein respective
 25 Mg and S simultaneously satisfy the following inequalities

(1) and (2):

$$0.5[\text{Mg}] + [\text{S}] \geq 0.005 \dots(1)$$

$$0.25[\text{Mg}] \geq [\text{S}]. \dots(2)$$

[Claim 4] A high strength copper alloy excellent in
5 stamping workability and suitable for silver plating,
comprising 0.4-4.0 wt% of Ni, 0.05-1.0 wt% of Si, 0.001-
5.0 wt% of Sn, 0.1-5.0 wt% of Zn, 0.005-1.0 wt% of Mg,
0.0003-0.005 wt% of S, 0.0003-0.01 wt% of C, and 0.001-1.0
10 wt% in total amount of one kind, or two kinds or more of
Be, B, Al, P, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Pb, Ca, Zr, Nb, Mo,
Ag, In, Sb, Hf, and Ta as side component(s), and the
balance Cu with inevitable impurities, wherein respective
Mg and S simultaneously satisfy the following inequalities
(1) and (2):

$$15 \quad 0.5[\text{Mg}] + [\text{S}] \geq 0.005 \dots(1)$$

$$0.25[\text{Mg}] \geq [\text{S}] \dots(2)$$

,and the alloy has an average crystal particle size in the
direction of plate thickness of 20 μm or less.

[Detailed Description of the Invention]

20 [0001]

[Technical Field to which the Invention belongs] The
present invention relates to a high strength copper alloy
excellent in stamping workability and silver plating
suitableness, which is used in electric/electronic parts
25 such as a semiconductor lead frame, a terminal, a

connector, a relay and a switch.

[0002]

[Prior Art] Cu-Ni-Si-series copper alloys have both strength and electrical conductivity and hence are widely
5 used in electric/electronic parts such as a semiconductor lead frame, a terminal and a connector. In recent years, associated with miniaturization, light-weight and high integration of electric/electronic parts, contraction in lead distance of a lead frame or contraction of inter-
10 electrode pitch of a connector is being attempted. This results in an increasing demand not only for attaining high strength and high electrical conductivity but also for a material excellent in stamping workability (reduced burrs and sagging after the stamping working) and causing
15 no wear of a stamping die (see, for example, JP-A-2-66130). In addition, these electric/electronic parts are sometimes subjected to silver plating and in accordance with increasing demand for improved reliability, silver plating suitability has become increasingly valued than
20 conventionally (see, for example, JP-A-63-130739, 5-59468, and 8-319528).

[0003]

[Problems that the Invention is to Solve] In Cu-Ni-Si-series copper alloys for electric/electronic parts, Mg is
25 used as an additive element for preventing the electrical

conductivity from decreasing and for increasing the strength. Then, Mg, as described in JP-A-2-66130, has a great effect on stamping workability and reduction in the wear of a stamping die, however, it is known that Mg is deteriorated silver plating suitability (generation of protrusions of silver plating) even in a very small quantity. An object of the present invention is to provide a high strength, Mg-containing Cu-Ni-Si-series copper alloy, reconciling both the stamping workability and silver plating suitability with each other that have been hitherto considered mutually contradictory.

lines 23 to 30 in column 4 on page (3)

[0014] (C) The present inventors have found that C has the effect of improving the stamping workability of Mg-containing Cu-Ni-Si-series copper alloy. However, if C content is less than 0.0003 wt%, the above effect is small, while if C content is over 0.01 wt%, the above effect is saturated and the hot workability of the alloy is deteriorated. Therefore, the content of C is set to 0.0003 to 0.01 wt% and preferably 0.001 to 0.01 wt%.

from line 41 in column 4 on page (3), to line 3 in column 5 on page (4)

[0016] (Crystal particle size) The present inventors have found that in Mg-containing Cu-Ni-Si-series copper alloy, in particular crystal particle size in the direction of

plate thickness is involved in its stamping workability.
If the average crystal particle size in the direction of
plate thickness of the alloy in the state of a final plate
product is 20 μm or less, the stamping workability can be
5 improved. Desirably, the average crystal particle size of
the alloy is 15 μm or less. Even if the crystal particle
size is over 20 μm in the stage of recrystallization, it
is included within the above range when the crystal
particles become flat during subsequent cold working to
10 give an average crystal particle size in the direction of
plate thickness of 20 μm or less. Further, in the case of
a so-called a fiber tissue, which is observed in a
material subjected to cold working of 90% or more in total
after the recrystallization, crystal particles are
15 difficult to observe. However, such a fiber tissue is
also encompassed by the present invention.

Concise explanation with respect to JP-A-11-43731

JP-A-11-43731 describes a high strength copper alloy
20 excellent in stamping workability and silver-plate
adhesion property. However, the copper alloy in JP-A-11-
43731 is applicable only in the use in which stamping
workability and silver-plate adhesion property are
required. Such an applicable use is different between JP-
25 A-11-43731 and the present invention.

Further, the copper alloy in JP-A-11-43731 differs from the copper alloy of the present invention. That is, in the copper alloy of JP-A-11-43731, 0.0003-0.01 wt% of C is essential, but C is not an essential element in the alloy of the present invention. In JP-A-11-43731, the reason why C of the specific amount is essential is described.

Still further, the copper alloy in JP-A-11-43731 is limited to have a specific average crystal particle size in the direction of sheet thickness of 20 μm or less. This definition in JP-A-11-43731 differs from the definition of the crystal grain diameter in the alloy of the present invention.

In sum, the alloy of the present invention differs from that in JP-A-11-43731, in the points of the use, the constitution (alloy composition), and the definition of alloy's grain size.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-130739

(43)Date of publication of application : 02.06.1988

(51)Int.Cl.

C22C 9/06

H01B 1/02

H01L 23/48

(21)Application number : 61-275152

(71)Applicant : NIPPON MINING CO LTD

(22)Date of filing : 20.11.1986

(72)Inventor : SO HIDEHIKO
KAWAHARA TETSUO**(54) HIGH STRENGTH AND HIGH CONDUCTIVITY COPPER ALLOY FOR SEMICONDUCTOR DEVICE LEAD MATERIAL OR CONDUCTIVE SPRING MATERIAL**

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve bendability, solderability, plating suitability, and etching characteristic by limiting S content among the impurities of a Cu-Ni-Si alloy with a specific composition to a specific value or below.

CONSTITUTION: This titled copper alloy has a composition which consists of, by weight, 0.4W4.0% Ni, 0.1W1.0% Si, and the balance Cu with inevitable impurities and in which S content among the above impurities is regulated to $\leq 0.0015\%$. Further, as auxiliaries, 0.001W3.0% of one or more elements among Zn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Ti, Zr, Be, Ag, Pb, B, and lanthanide elements and/or $\leq 0.0020\%$ O may be incorporated in the above copper alloy. In this copper alloy, S is extremely easy to combine with Si and, when its content exceeds the upper limit, a large number of sulfides are formed and, moreover, O also combines with Si and, when its content exceeds the upper limit, a large number of inclusions are formed, so that bendability, solderability, plating suitability, and etching characteristic are remarkably deteriorated in both the above cases.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A) 昭63-130739

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)6月2日

C 22 C 9/06
H 01 B 1/02
H 01 L 23/486411-4K
A-8222-5E
V-7735-5F

審査請求 未請求 発明の数 4 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体機器リード材又は導電性ばね材用高力高導電銅合金

⑯ 特 願 昭61-275152

⑰ 出 願 昭61(1986)11月20日

⑱ 発 明 者 宗 秀 彦 神奈川県高座郡寒川町倉見3番地 日本鉱業株式会社倉見工場内

⑲ 発 明 者 河 原 哲 男 神奈川県高座郡寒川町倉見3番地 日本鉱業株式会社倉見工場内

⑳ 出 願 人 日本鉱業株式会社 東京都港区赤坂1丁目12番32号

㉑ 代 理 人 弁理士 並川 啓志

明 細 書

1. 発明の名称

半導体機器リード材又は導電性ばね材用高力高導電銅合金。

2. 特許請求の範囲

(1) NiO. 4~4.0wt%, SiO. 1~1.0wt%を含み、残部Cu及び不可逆的不純物からなり、該不純物のうち、Sの含有量が0.0015wt%以下であることを特徴とする半導体機器リード材又は導電性ばね材用高力高導電性銅合金。

(2) NiO. 4~4.0wt%, SiO. 1~1.0wt%を含み、さらに副成分として、Zn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Ti, Zr, Be, Ag, Pb, B, ランタノイド元素からなる1種又は2種以上を総量で0.001~3.0wt%含み、残部Cu及び不可逆的不純物からなり、該不純物のうち、Sの含有量が0.0015wt%以下であることを

特徴とする半導体機器リード材又は導電性ばね材用高力高導電銅合金。

(3) NiO. 4~4.0wt%, SiO. 1~1.0wt%を含み、残部Cu及び不可逆的不純物からなり、該不純物のうち、Sの含有量が0.0015wt%以下、Oの含有量が0.0020wt%以下であることを特徴とする半導体機器リード材又は導電性ばね材用高力高導電性銅合金。

(4) NiO. 4~4.0wt%, SiO. 1~1.0wt%を含み、さらに副成分として、Zn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Ti, Zr, Be, Ag, Pb, B, ランタノイド元素からなる1種又は2種以上を総量で0.001~3.0wt%含み、残部Cu及び不可逆的不純物からなり、該不純物のうち、Sの含有量が0.0015wt%以下、Oの含有量が0.0020wt%以下であることを特徴とする半導体機器リード材又は導電性ばね材用高力高導電性銅合金。

3. 発明の詳細な説明

(目的)

本発明は、トランジスタや集積回路(IC)などの半導体機器のリード材、コネクタ、端子、リレー、スイッチ等の導電性ばね材に用いる合金

金に関するものである。

[従来技術及び問題点]

従来、半導体機器のリード材としては、熱膨張

係数が低く、端子及びセラミックとの接合及び封

着性の良好なコバール(Fe-29Ni-16Co)、42合

金(Fe-42Ni)などの高ニッケル合金が好んで使わ

れてきた。しかし、近年、半導体回路の集積度の

向上に伴い消費電力の高いICが多くなってきた

こと、封止材料として樹脂が多く使用され、か

つ端子とリードフレームの接合も改良が加えられ

たことにより、使用されるリード材も放熱性のよ

い銅基合金が使われるようになってきた。

一般に半導体機器のリード材としては以下のよ

うな特性が要求されている。

(1) リードが電気信号伝達部であるとともに、

パッケージング工程中及び回路使用中に発生する

- 3 -

は見い出されていない。

又、従来、電気機器用ばね、計測器用ばね、ス

イッチ、コネクタ等に用いられるばね用材料と

しては、安価な黄銅、鋼材はばね特性及び耐食性

を有する洋白、あるいは鋼材はばね特性を有する

リン青銅が使用されていた。しかし、黄銅は強度、

ばね特性が劣っており、又強度、ばね特性の優れ

た洋白、リン青銅も洋白は18重量%のNi、リ

ン青銅は8重量%のSnを含むため、原料の面及

び製造上溶融加工工程が速い等の加工上の制約も加

わり高価な合金であった。さらには電気機器用等

に用いられる場合、電気伝導度が低いという欠点

を有していた。従って、導電性が良好であり、ば

ね特性に優れた安価な合金の現出が待たれていた。

[発明の構成]

本発明はかかる点に鑑みなされたもので、従来

の銅基合金のもつ欠点を改良し、半導体機器のリー

ド材及び導電性ばね材として好適な諸特性を有

する銅合金を提供しようとするものである。

特にCu-Ni-Si系合金を改良し、要求に

- 5 -

- 6 -

熱を外部に放出する機能を併せ持つことを要求さ

れる。従って、優れた熱及び電気伝導性を示すもの、

(2) リードとソールドとの密着性が半導体素子

保護の観点から重要であるため、リード材とソー

ルド材の熱膨張係数が近いこと。

(3) パッケージング時に種々の加熱工程が加わ

るため、耐熱性が良好であること。

(4) リードはリード材を抜き打ち加工し、文曲

げ加工して作製されるものがほとんどである。

これらの加工性が良好なこと。

(5) リードは裏面に貴金属のメッキを行う。

これら貴金属とのメッキ密着性が良好であること。

(6) パッケージング後に封止材の外に露出して

いる、いわゆるフタ・リード部に平坦付けす

るものが多いので良好な平坦付け性を示すこと。

(7) 機器の信頼性及び寿命の観点から耐食性が

良好なこと。

(8) 価格が低廉であること。

これら各点の要求特性に対し、従来から使用さ

れている合金は一貫一短があり、満足すべきもの

- 4 -

合致した銅合金を提供しようとするものである。

すなわちCu-Ni-Si系合金は優れた導電性

と強度を示し、半導体機器リード材としても導電

性ばね材としても優れた銅合金といえるが、平坦

付け性、めっき性、エッチング性、折り曲げ性に

ついては満足できる特性を示さず、改良の必要が

あった。

本発明者は、これらの特性劣化要因を種々検討

したところ、Siの酸化物、炭化物がその原因

であり、合金中のO、Sの含有量がある一定値以

下とすることによりこれら諸特性の改善をはかれ

ることを見出した。

本発明は、

(1) NiO、4~4.0wt%、SiO、1~

1.0wt%を含有し、炭素C及び不可逆的不純

物からなり、該不純物のうち、Sの含有量が0、

0.015wt%以下であることを特徴とする半導

体機器リード材又は導電性ばね材用高力高導電性

銅合金。

(2) NiO、4~4.0wt%、SiO、1~

1.0wt%を含み、さらに副成分として、Zn、P、Sn、As、Cr、Mg、Mn、Sb、Fe、Co、Al、Ti、Zr、Be、Ag、Pb、B、ランタノイド元素からなる1種又は2種以上を総量で0.001~3.0wt%含み、残部Cu及び不可逆的不純物からなり、該不純物のうち、Sの含有量が0.0015wt%以下であることを特徴とする半導体機器リード材又は導電性ばね用高力高導電銅合金。

(3) NiO、4~4.0wt%、SiO₂、1~1.0wt%を含み、残部Cu及び不可逆的不純物からなり、該不純物のうち、Sの含有量が0.0015wt%以下、Oの含有量が0.0020wt%以下であることを特徴とする半導体機器リード材又は導電性ばね材用高力高導電性銅合金。

(4) NiO、4~4.0wt%、SiO₂、1~1.0wt%を含み、さらに副成分として、Zn、P、Sn、As、Cr、Mg、Mn、Sb、Fe、Co、Al、Ti、Zr、Be、Ag、Pb、B、ランタノイド元素からなる1種又は2種以上を総

量で0.001~3.0wt%含み、残部Cu及び不可逆的不純物からなり、該不純物のうち、Sの含有量が0.0015wt%以下、Oの含有量が0.0020wt%以下であることを特徴とする半導体機器リード材又は導電性ばね用高力高導電性銅合金。

であり、半導体機器リード材又は導電性ばね材として優れた電気及び熱伝導性、耐熱性、ばね特性を有するばかりでなく、半田付け性、めっき性、エッチング性、折り曲げ性をも著しく改良したことを特徴とするものである。

〔発明の具体的説明〕

次に本発明合金を構成する合金成分の限定理由を説明する。

NiはCu中にSiと共添し、溶体化処理後時効処理を行うことにより、Ni₃Si等の金属間化合物として析出し、導電率を低下させずに強度を向上させるためであるが、0.4~4.0wt%添加する理由は、0.4wt%未満では強度の向上は認められず、4.0wt%を超えると導電

- 7 -

性および加工性が劣化するためである。

Siも同様にNiと共添し、金属間化合物として析出することにより、導電率を低下させずに強度を向上させる元素であるが、0.1~1.0wt%添加する理由は、0.1wt%未満では強度の向上は認められず、1.0wt%を超えると導電率が低下し、半田付け性、加工性が劣化するためである。望ましくは、NiとSiの添加量比は、金属間化合物(Ni₃Si)の組成に近い(Ni/Si)=(4/1)が良い。さらに副成分として、Zn、P、Sn、As、Cr、Mg、Mn、Sb、Fe、Co、Al、Ti、Zr、Be、Ag、Pb、B、ランタノイド元素からなる1種又は2種以上を0.001~3.0wt%添加するのは、強度を向上させるためであるが、0.001wt%未満ではその効果はなく、3.0wt%を超えると導電性、加工性が劣化するためである。

O含有量を0.0020重量%以下とする理由は、Oが存在するとSiと結合し酸化物となり、いわゆる介在物となって銅中に存在するようにな

- 8 -

るが、O含有量が0.0020重量%を超えると介在物が多数生成され、折り曲げ性、半田付け性、めっき性、エッチング性が著しく低下するためである。

S含有量を0.0015重量%以下とする理由は、Sが存在すると、Siは非常にSと結合しやすく、容易に硫化物になり銅中に存在するようになるが、S含有量が0.0015重量%を超えると硫化物が多数生成され、折り曲げ性、半田付け性、めっき性、エッチング性が著しく低下するためである。

〔効果〕

この様に本発明合金はCu-Ni-Si系合金の不純物としてのO、Sを限定することにより、今まで本合金の欠点であった折り曲げ性、半田付け性、めっき性、エッチング性が著しく改善することができる。又、熱膨張係数はプラスチックに近く、半導体機器のリード材としてはプラスチックパッケージ用に適している。従って、本発明合金は半導体機器のリード材及び導電性ばね材とし

- 9 -

- 193 -

- 10 -

て好適な材料であり、先行技術の合金においてこのような総合的特性を兼備するものはない。

以下に本発明材料を実施例をもって説明する。

〔実施例〕

第1表に示される本発明合金に係る各種成分組成のインゴットを電気銅あるいは無酸素銅を原料として、高周波溶解炉で大気、不活性又は還元性雰囲気中で溶解鑄造した。電気銅を使用する場合は、還元性雰囲気中で溶解し酸素含有量を低下させることが推奨される。Sについては本発明合金用としてS含有量0.0015重量%以下の銅原料を用いた。

次に、これを900℃で熱間圧延して厚さ4mmの板とした後、900℃×5分の溶体化処理を行い、面削を行って冷間圧延で厚さ0.3mmとした。これを400℃にて2時間時効熱処理し、供試材とした。リード材及びばね材としての評価項目として、強度、伸びを引張試験により評価し、ばね性をKb値により評価した。電気伝導性(放熱性)は導電率(%IACS)によって示した。折り曲

げ性は曲げR0.3mmの折り曲げ治具を用い、90°往復曲げを行い、破断までの回数を測定した。

半田付け性は、垂直式浸漬法で230±5℃の半田浴(すず60%、鉛40%)に5秒間浸漬し、半田のぬれの状態を目視観察することにより評価した。メッキ密着性は試料に厚さ3μmのAgメッキを施し、450℃にて5分間加熱し、表面に発生するフクレの有無を目視観察することにより評価した。これらの結果を比較合金とともに第1表に示した。

この表から本発明の合金は折り曲げ性、半田付け性、めっき性が著しく改善されて、高力高導電銅合金として優れた特性を有することが明らかである。

以下 余白

第 1 表

	化 学 成 分 (wt%)						引張強さ (kg/mm ²)	伸 び (%)	ばね限界値 (kg/mm ²)	導 電 率 (%IACS)	くり返し曲げ 回 数 (回)	半田付け性	めっき密着性 (フクレの有無)
	Cu	Ni	Si	O	S	そ の 他							
1	残	0.60	0.14	0.0012	0.0003	Mn 0.04	52	10	40	53	3.5	良好	無
2	残	0.83	0.21	0.0006	0.0004	Cr 0.03, Sn 0.05	54	8	41	52	4	良好	無
3	残	1.03	0.25	0.0008	0.0002	Ti 0.05, Zr 0.04	58	7	44	52	4	良好	無
4	残	1.29	0.33	0.0007	0.0004		60	8	46	50	4.5	良好	無
5	残	1.60	0.40	0.0010	0.0012	Zn 0.37, P 0.04	63	10	47	50	3.5	良好	無
6	残	1.95	0.48	0.0005	0.0003	Co 0.10	66	8	47	46	3.5	良好	無
7	残	2.51	0.63	0.0007	0.0003		68	9	47	48	4	良好	無
8	残	3.20	0.84	0.0009	0.0005	Fe 0.35, La 0.06	69	9	50	43	4	良好	無
9	残	1.60	0.35	0.0006	0.0008	Mg 0.05, Al 0.05	61	8	45	52	4	良好	無
10	残	1.28	0.32	0.0008	0.0008	As 0.05, B 0.10	58	11	44	58	4	良好	無
11	残	1.60	0.40	0.0007	0.0004	Ag 0.03	60	9	46	54	4.5	良好	無
12	残	1.26	0.31	0.0006	0.0003	Ba 0.30	63	10	52	45	3.5	良好	無
13	残	0.55	0.14	0.0009	0.0003	Sb 0.12, Pb 0.15	53	10	40	56	3.5	良好	無
1	残	0.25	0.04	0.0009	0.0007	Co 0.1	41	13	30	38	3	良好	無
2	残	6.0	1.85	0.008	0.006		68	6	51	25	3.5	不良	有
3	残	1.78	0.54	0.024	0.0017		64	8	49	49	2.5	不良	有
4	残	2.43	0.62	0.035	0.0020		66	8	50	48	2	不良	有
5	残	3.23	0.95	0.011	0.0025		68	9	52	43	2.5	不良	有

*往復曲げで1回

特許出願人 日 本 鉱 業 株 式 会 社
代 理 人 弁 理 士 (7569) 並 川 啓 志